

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 1999年 6月17日

出願番号
Application Number: 平成11年特許願第171565号

出願人
Applicant(s): キヤノン株式会社

001

2000年 6月29日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦

出証番号 出証特2000-3050750

【書類名】 特許願
【整理番号】 3901001
【提出日】 平成11年 6月17日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G02B 26/10
【発明の名称】 光学式エンコーダ
【請求項の数】 13
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
【氏名】 奥村 一郎
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
【氏名】 井垣 正彦
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
【氏名】 三浦 泰
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
【氏名】 高山 学
【特許出願人】
【識別番号】 000001007
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社
【代表者】 御手洗 富士夫
【代理人】
【識別番号】 100075948

【弁理士】

【氏名又は名称】 日比谷 征彦

【電話番号】 03-3852-3111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013365

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703876

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学式エンコーダ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に周期的に配設した格子部を有する相対移動可能な光学スケール上の第1領域に光照射手段からの光束を入射し、前記第1領域の格子部で反射回折した回折光を反射しつつ集光して前記光学スケールの第2領域に入射し、該第2領域の格子部を介した光束を受光手段で受光することにより、前記光学スケールの変位情報を検出することを特徴とする光学式エンコーダ。

【請求項2】 前記第1領域は反射部位と透過部位の周期構造を有し、前記第2領域は各部位の各面から異なる方向に光束を反射することにより波面分割を実行する請求項1に記載の光学式エンコーダ。

【請求項3】 前記第1領域は平坦部位とV溝形状部位の周期構造を有し、前記第2領域は各部位の各面から異なる方向に光束を出射することにより波面分割を実行する請求項1に記載の光学式エンコーダ。

【請求項4】 前記第1領域は平坦部位とV溝形状部位の周期構造を有し、前記第2領域は各部位の各面から異なる4方向に光束を出射することにより波面分割を実行する請求項1に記載の光学式エンコーダ。

【請求項5】 前記第1領域は反射光が周期的に2分の1波長の光路差を持つ周期構造を有する請求項1に記載の光学式エンコーダ。

【請求項6】 前記第1領域は平坦部位とV溝形状部位の周期構造と、前記平坦部位の幅が1つおきに2分の1波長だけ異なる周期構造とを有する請求項5に記載の光学式エンコーダ。

【請求項7】 前記第1領域はV溝形状部位の周期構造と山部の高さが、1つおきに4分の1波長だけ異なる周期構造を有する請求項5に記載の光学式エンコーダ。

【請求項8】 前記光学スケールとの間の相対変位情報は相対的直動変位情報とした請求項1に記載の光学式エンコーダ。

【請求項9】 前記光学スケールとの間の相対変位情報は相対的回転変位情

報とした請求項1に記載の光学式エンコーダ。

【請求項10】 前記受光手段は前記第2領域の格子部からの反射光を受光する請求項1に記載の光学式エンコーダ。

【請求項11】 前記第1領域の格子部で反射回折した回折光は凹面ミラーで反射して前記第2領域に入射する請求項1に記載の光学式エンコーダ。

【請求項12】 請求項1~11の何れかの請求項に記載の光学式エンコーダを使用して、回転角度及び位置及び回転速度を検出する検出装置。

【請求項13】 請求項12に記載の検出装置により回転角度又は回転速度を制御する回転シリンドラによって紙や布から成る被印刷物を搬送するプリント装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、移動情報を高精度に検出する光学式エンコーダに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来から知られている移動体の位置や速度を検出する方法としては、大別すると磁気式エンコーダによる方法と光学式エンコーダによる方法がある。光学式エンコーダは投光部と受光部と光学スケールから構成されており、光学スケールには薄いSUS材が使用され、精密プレス打抜き加工又はエッチング加工により製作されるのが一般的である。

【0003】

しかし近年では、透明な材質にV型断面を有する溝を形成した光学スケールを用い光学式エンコーダが、例えば特願平11-23324号公報などで提案されており、プリンタや複写機などに使用されている。

【0004】

図11は従来例の自己投射型光学式エンコーダの光学系の斜視図、図12は断面図を示す。例えば、波長632.8nmの可干渉性光束を発するLEDや半導

体レーザーなどの光源1と、球面レンズ又は非球面レンズから成るレンズ系2とから構成される光照射手段3、位相差検出機構及び振幅型の回折格子機構を有する格子を形成した光学スケール4、この格子のフーリエ変換面に一致する曲面を有し、入射光束の中心部光束の光軸Oに対して偏心差 Δ だけ偏心した光軸O1を有する凹面ミラー5、3個の光学素子であるフォトディテクタ6a、6b、6cから成る受光手段6が配列されている。受光手段6の出力は、パルスカウント回路や回転方向の判別回路を有する信号処理手段7に接続されており、光照射手段3と受光手段6は筐体8内に固定保持されている。

【0005】

光学スケール4は図示しない回転体の一部に取り付けられており、回転体と一体的に回転軸O2を中心に矢印D方向に回転している。光学スケール4の格子は、図13に示すようにV溝を構成する2つの傾斜面I1、I2と1つの平坦部Fが、所定のピッチPで交互に配列されて形成されている。V溝の幅はP/2で、V溝を形成する2つの傾斜面I1、I2はそれぞれP/4の幅を有し、平坦部Fに対してそれぞれ臨界角以上の例えは角度 $\theta = 45$ 度で傾斜している。

【0006】

光照射手段3の1要素である光源1からの光束は、レンズ系2により集光して光学スケール4に至る。光学スケール4の第1領域4aに入射した光束は、格子により回折して、n次の回折光(0次と±1次の回折光)が凹面ミラー5の瞳位置又はその近傍に集光する。

【0007】

凹面ミラー5はこの集光した3つの回折光を反射し、光学スケール4の面上の第2領域4bに、これら3つの回折光に基づく干渉パターン像を結像する。このとき、光学スケール4が回転方向Dに移動すると、結像した像は回転方向Dと反対の方向に移動する。即ち、格子と干渉パターン像は相対的に光学スケール4の移動量の2倍の値で相対変位する。これによって、光学スケール4に構成されている格子の2倍の分解能の回転情報が得られる。

【0008】

光学スケール4の第2領域4bの近傍に形成された干渉パターン像と、格子の

V溝との位相関係に基づく光束は第2領域4 bで幾何学的に屈折され、第2領域4 bを射出した3つの光束は、それぞれ受光手段6の3つのフォトディテクタ6 a、6 b、6 cで受光され、この受光手段6からの信号が信号処理手段7によって処理されて回転情報が得られる。

【0009】

図13(a)は光学スケール4の第1領域4 aの格子上に入射する収束光を示し、この内の格子の平坦部Fに到達した光束は、平坦部Fを通過して凹面ミラー5に進みその面上に結像する。また、V溝を構成する傾斜面I 1に到達した光束は、傾斜面I 1の傾斜角が臨界角以上に設定されているために全反射し、同様にV溝を構成する他方の傾斜面I 2に向けられ、傾斜面I 2で再び全反射する。

【0010】

このようにして、最終的に格子の傾斜面I 1に到達した光束は、光学スケール4の内部に進入することなく入射方向に戻されることになる。同様に、他方の傾斜面I 2に到達した光束も全反射を繰り返して戻される。従って、第1領域4 aにおいて、2つの傾斜面I 1、I 2に到達する光束は、光学スケール4を透過することなく反射され、平坦部Fに到達した光束のみが光学スケール4内を進むことになる。

【0011】

第1領域4 aにおいて、V溝型の格子は透過型の振幅回折格子と同様の光学的作用を有する。即ち、光束は第1領域4 aの格子で回折され、格子の作用によって0次、±1次、±2次、……の回折光が発生して、凹面ミラー5の面上に集光する。集光した回折光は凹面ミラー5により反射されて、光学スケール4の第2領域4 bに再結像し、光学スケール4面上に放射状の溝の像を結像する。ここで、第1領域4 aと第2領域4 bは光学スケール4面の放射状格子に対して、半径方向に異なった（一部が重複していてもよい）領域であるために、第1領域4 aと第2領域4 bの格子ピッチが異なり、更に第2領域4 bの照射領域においても、光学スケール4の内周側と外周側でピッチが異なっている。

【0012】

従って、本実施例では第2領域4 bに第1領域4 aの格子を拡大投影し、光学

スケール4の放射状の格子と同じピッチの反転像を形成するようにしている。このために、凹面ミラー5を所望の曲率半径Rに設定して、入射光束の光軸Oに対して偏心配置すると共に、拡大投影倍率が最適な値になるように、入射光軸Oに対する凹面ミラー5のずれ量△を設定している。このようにして、第1領域4aの格子像が凹面ミラー5により第2領域4bの面上に結像する際に、放射状格子の一部のピッチを一致させることによって、S/N比の良い検出信号を得ている。

【0013】

第2領域4bにおいて平坦部Fに入射した光束は、図13(b)に示すように傾斜面I1、I2に対して直線的に透過し、受光手段6の中央部のフォトディテクタ6bに到着する。また、V溝面を形成する2つの傾斜面I1、I2に到達した光束は、それぞれの面に45度の入射角を持って入射するために、それぞれ異なる方向に大きく屈折して、受光手段6の両端のフォトディテクタ6a、6cに到達する。

【0014】

このように第2領域4bにおいて、入射光束に対して異なる方向に傾斜した2つの傾斜面I1、I2、及びV溝の間の平坦部Fの合計3種の傾き方向の異なる面によって、光束は3つの方向に別れて進み、それぞれの面に対応した位置に設けられた各フォトディテクタ6a、6b、6cに到達する。即ち、第2領域4bの格子と、その面上に結像した干渉パターン像との位相関係に基づく光束が、3方向に偏向されて各フォトディテクタ6a、6b、6cに結像することになるので、第2領域4bにおいてV溝の格子は光波波面分割素子として機能する。

【0015】

ここで、光学スケール4が回転すると、各フォトディテクタ6a、6b、6cで検出される光量が変化する。格子の位置と干渉パターン像の位置の相対的変位に応じて、各フォトディテクタ6a、6b、6cに入射する光量バランスが変化し、その結果として光学スケール4が反時計廻りに回転した場合には、図14に示すような光学スケール4の回転に伴う光量変化が得られる。ここで、横軸は光学スケール4の回転量、縦軸は受光光量を示し、信号a、b、cはそれぞれフォ

トディテクタ6a、6b、6cの出力に対応している。また、逆に光学スケール4が時計廻りに回転した場合には、信号aはフォトディテクタ6b、信号bはフォトディテクタ6a、信号cはフォトディテクタ6cの出力となる。これらの信号を基にパルス信号を発生し、光学スケール4の回転角度や回転量又は回転速度や回転加速度等の回転情報を得る。なお、図14は第2領域4bに形成される干渉パターン像のコントラストが非常に高く、理想に近い場合の理論的な光量変化を示している。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら従来例の光学式エンコーダは、V溝の光学スケール4の透過光を使用しているために、凹面ミラー5を光学スケール4に対して光源1や受光素子6の反対側に配置しなければならない。

【0017】

本発明の目的は、上述の従来例の改良として、特に軸方向の高さの面でコンパクトな構成でコントラストの良好な変位情報を検出する光学式エンコーダを提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための本発明に係る光学式エンコーダは、基板上に周期的に配設した格子部を有する相対移動可能な光学スケール上の第1領域に光照射手段からの光束を入射し、前記第1領域の格子部で反射回折した回折光を反射しあつ集光して前記光学スケールの第2領域に入射し、該第2領域の格子部を介した光束を受光手段で受光することにより、前記光学スケールの変位情報を検出することを特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】

本発明を図1～図10に図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

図1は第1の実施例の光学式エンコーダの断面図を示し、回転方式の光学スケールを有する光学式エンコーダであるが、直線的に移動するリニア型エンコーダ

でも適用可能である。光学式エンコーダはLEDやLDなどの発光素子11、片面が投光側と受光側とに分かれた形状を有するレンズ12、ポリカーボネートなどの透明な材質から成り回転軸を中心に回転する光学スケール13、凹面ミラー14、3個のフォトディテクタ15a、15b、15cから成る受光素子部15から構成されている。円板状の光学スケール13には、放射状の光学的グレーティングが形成された第1領域13a及び第2領域13bが設けられている。なお、第1領域13aと第2領域13bのグレーティングの本数やピッチ等は必ずしも一致させる必要はない。

【0020】

図2は径方向から見た第1領域13aの断面図を示し、第1領域13aにはV型断面形状の溝がピッチPで周期的に形成されている。このV溝の斜面の角度は、入射光が全反射するように臨界角以上の角度の例えれば45度とされ、平坦面Fに入射した光束は透過し、傾斜面Iに入射した光束は反射するようになっている。即ち、第1領域13aにおいて、V溝の格子部は反射型の振幅回折格子と同様の光学作用をする。

【0021】

図3は径方向から見た第2領域13bの断面図を示し、第2領域13bにはV型断面形状の溝が放射方向に周期的に形成されている。これらV溝の全ての傾斜面I1、I2、I3、I4は全反射する臨界角以上の角度とされているが、傾斜面I1とI2がなす角はほぼ90度であり、傾斜面I3とI4がなす角は90度より少し大きい角度となるように設定されている。

【0022】

発光素子11から放射された光束はレンズ12の投光側により集束光に変換され、光学スケール13の第1領域13aに照射される。この第1領域13aの格子により反射光束は回折され、格子の作用により0次、±1次、±2次、……の回折光が発生し、凹面ミラー5面上に集光する。

【0023】

集光した回折光は凹面ミラー14により反射され、光学スケール13の第2領域13bで再結像し、光学スケール13面上に放射状の溝の像を結像する。この

とき、第2領域13bの傾斜面I1～I4の構成により、傾斜面I1、I2に入射した光束は2回反射した後に、径方向から見て図3に示すように入射方向にそのまま戻る。ただし、周方向から見ると図1に示すように外径方向に反射されている。一方、傾斜面I3に入射した光束は2回反射した後に、径方向から見て若干左方向に反射される。また、傾斜面I4に入射した光束は2回反射した後に、径方向から見て若干右方向に反射される。

【0024】

このように、3方向に分割された光束はレンズ12の受光側を通り、受光素子部15に到達し、受光素子部15の3個のフォトディテクタ15a～15cはそれぞれの光量を検出する。即ち、第2領域13bの格子とその面上に結像した干渉パターン像との位相関係に基づく光束が、3方向に反射偏向されてそれぞれフォトディテクタ15a～15cに入射する。

【0025】

ここで、光学スケール13が回転すると、各フォトディテクタ15a～15cで検出される光量が変化する。第2領域13bの格子位置と干渉パターン像の位置の相対的変位に応じて、各フォトディテクタ15a～15cに入射する光量バランスが変化し、その結果として光学スケール13が反時計廻りに回転すると、従来例と同様に図14に示すような光学スケール13の回転に伴う光量変化が得られる。

【0026】

図4は第2の実施例の第2領域13bの格子断面形状を示し、V溝の傾斜面I1とI2のなす角度θ1が90度からずれている。なお、傾斜面I3とI4のなす角度θ2は第1の実施例と同様に90度よりも少し大きい角度である。また、受光素子部15は4個のフォトディテクタ15a、15a'、15b、15b'から構成されている。なお、第2領域13bの溝はW形状に限らず、4以上の方に光束を分割する形状であればよい。また、V溝の傾斜面I1、I2のなす角度θ2は、本実施例では90度よりも僅かに大きくなっているが、90度よりも小さくしても同様の機能を実現することができる。

【0027】

このような構成により、左側の傾斜面I1に入射した光束と、右側の傾斜面I2に入射した光束は左右に分離され、また傾斜面I3、I4に入射した光束は更に外側に分割される。即ち、凹面ミラー14から反射してきた光束は、第2領域13bの溝で4方向に反射される。この4方向に分割された光束はレンズ12を通して受光素子部15に到達し、受光素子部15のフォトディテクタ15a、15a'、15b、15b'にそれぞれ配分されて受光される。

【0028】

図5(a)は各フォトディテクタ15a、15a'、15b、15b'の出力波形を示し、横軸はスケールと検出ヘッドの相対変位量xであり、縦軸は各フォトディテクタ15a、15a'、15b、15b'の出力A、A'、B、B'である。ここで、出力AとA'、出力BとB'はそれぞれ位相が180度異なっている。従って、出力AとA'の差及び出力BとB'の差は、図5(b)に示すように0ボルトを中心にして振れる波形となる。このような0ボルトを中心にして振れる波形は、0ボルトを比較基準値としてパルスを作成すれば、光量が変動しても幅や位相が変化しない常に安定したパルスを発生させることができる。

【0029】

図6は第3の実施例の光学スケール13の第1領域13aの格子断面形状を示す。第1の実施例では、V溝で2回全反射する光束を使用したが、本実施例ではピッチPで放射状に反射膜Cが形成されていて、これによって第1の実施例と全く同じ機能を得ることができる。

【0030】

図7は第4の実施例の光学スケール13の第1領域13aの格子断面形状を示す。この場合には、4分の1波長だけ段差を有する溝を、ピッチPで交互に放射状に形成してその上に反射膜Cが形成されており、光束はこの第1領域13aの格子で反射回折される。通常の回折では、0次、±1次、±2次、……の回折光が生ずるが、0次では2分の1波長だけ位相の異なった光束が混在しているために0次回折光は消滅し、その結果として最も強度の強いのは±1次の回折光となる。

【0031】

この±1次の回折光は凹面ミラー14の面上に集光し、集光した回折光は凹面ミラー14で反射し、光学スケール13の第2領域13bの格子に再結像し、光学スケール13面上に放射状の溝の像を結像する。第2領域13bに達した光束は、これ以後第1の実施例と同様の過程により変位量が検出される。

【0032】

本実施例の場合には、第1領域13aを透過する光束は殆ど0なので、S/N比が良好で強い信号が得られ、更に第2領域13bの格子上に結像する回折像は、主に±1次の2光束から成るために焦点深度が深くなる。従って、光学スケール13と受光素子部15の相対的位置関係に必要な精度が緩和されて、組立が容易になる。

【0033】

図8は第5の実施例の光学スケール13の第1領域13aの格子断面形状を示し、第1の実施例の格子形状とほぼ同様の形状をしているが、平坦部Fの幅F1、F2が互いに2分の1波長だけ異なるので、V溝の底のピッチ間隔P1、P2が互いに2分の1波長だけ異なっている。これによって、V溝の両傾斜面から反射してくる光束は、互いに2分の1波長だけ位相がずれている。従って、第4の実施例と同様に0次回折光は消滅し、第2領域13bの格子上に結像する回折像は、主に±1次の2光束から成り焦点深度が深くなる。

【0034】

図9は第6の実施例の光学スケール13の第1領域13aの格子断面形状を示し、図8の第1領域13aの平坦部F1、F2をなくしたものである。V溝の両傾斜面から反射してくる光束が互いに2分の1波長だけ位相がずれるように、V溝の底のピッチ間隔P1、P2が1つおきに2分の1波長だけ異なっている。透過損失する光束をほぼ0として、焦点深度の深い回折像が第2領域13b上に結像する。なお、本実施例の場合は第4の実施例のような反射膜Cを付する必要はない。

【0035】

図10は第7の実施例の光学スケール13の第1領域13aの格子断面形状を示し、図8の第1領域13aの平坦部F1、F2を1つおきになくしてある。図

9と同様にV溝の両傾斜面から反射してくる光束は、互いに2分の1波長だけ位相がずれるように、V溝の底のピッチ間隔P1、P2が1つおきに2分の1波長だけ異なっている。透過損失する光束をほぼゼロとして、焦点深度の深い回折像が第2領域13b上に結像される。なお、本実施例の場合も第4の実施例のような反射膜Cを付する必要はない。

【0036】

【発明の効果】

以上説明したように本発明に係る光学式エンコーダは、全ての部品が光学スケールの一方側に配置されているので、軸方向の高さが小さくなる。また、光学スケールの反対側に部品を固定する固定用アームも原理的には不要となるので、光学スケールの外周より外側にはみ出す部分をなくすこともでき、全体の径も小さくなつて部品数も少なくて済む。このようなコンパクトな構成により、コントラストの良好な変位情報を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施例の光学式エンコーダの断面図である。

【図2】

第1領域の溝形状の説明図である。

【図3】

第2領域の溝形状の説明図である。

【図4】

第2の実施例の第2領域の溝形状の説明図である。

【図5】

受光素子の出力波形及び処理信号のグラフ図である。

【図6】

第3の実施例の第1領域の溝形状の説明図である。

【図7】

第4の実施例の第1領域の溝形状の説明図である。

【図8】

第5の実施例の第1領域の溝形状の説明図である。

【図9】

第6の実施例の第1領域の溝形状の説明図である。

【図10】

第7の実施例の第1領域の溝形状の説明図である。

【図11】

従来例の光学式エンコーダの光学系の斜視図である。

【図12】

断面図である。

【図13】

格子の溝形状の説明図である。

【図14】

フォトディテクタの信号出力のグラフ図である。

【符号の説明】

1 1 発光素子

1 2 レンズ

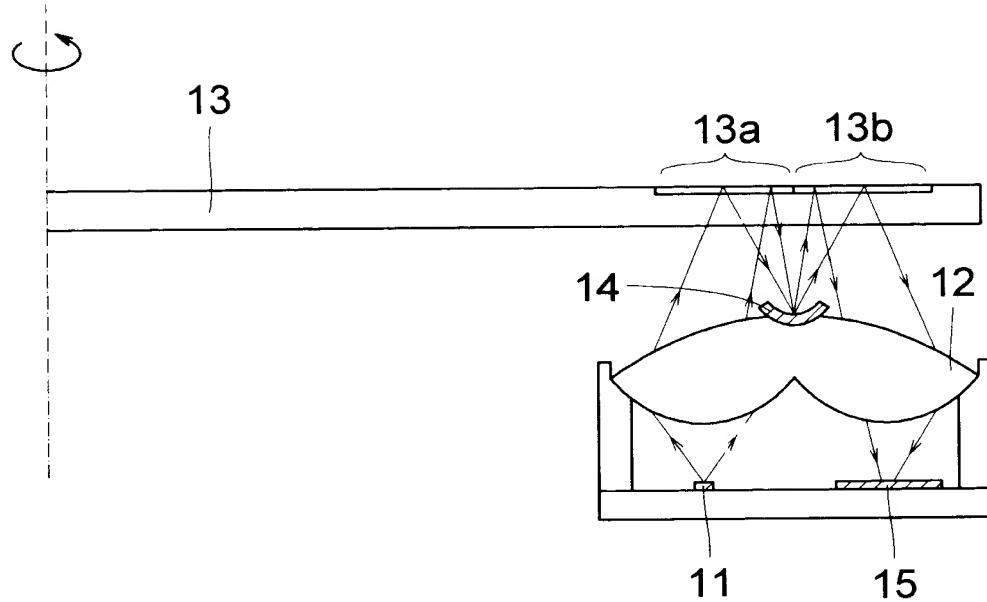
1 3 光学スケール

1 4 凹面ミラー

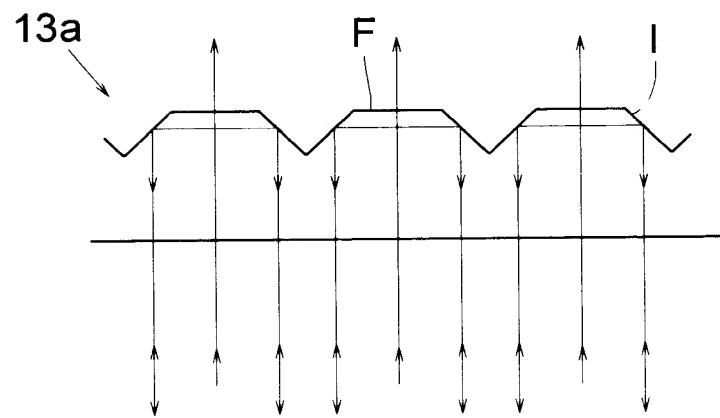
1 5 受光素子部

【書類名】 図面

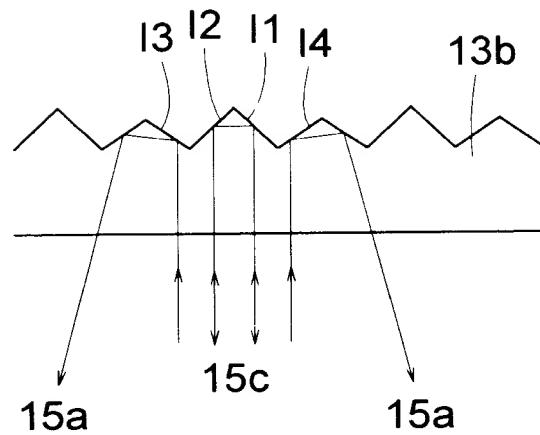
【図 1】



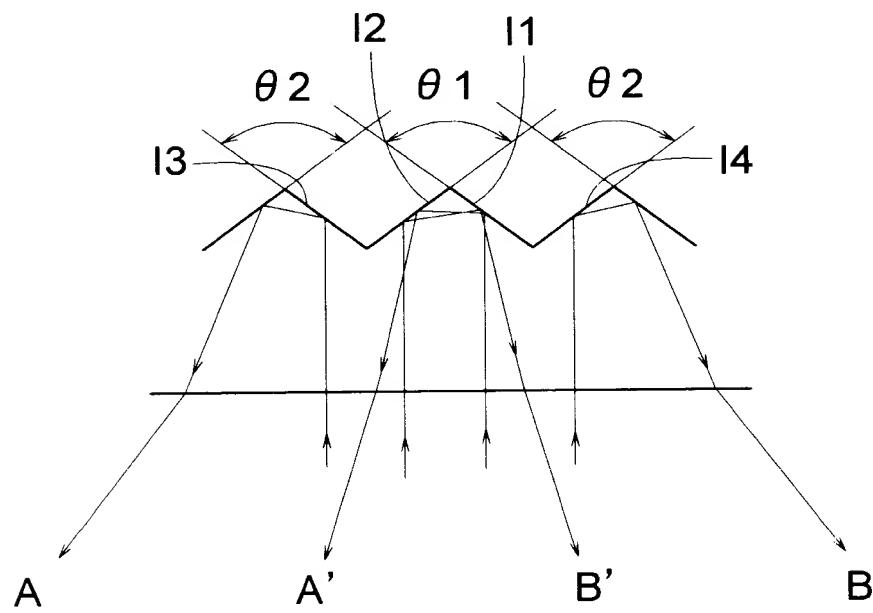
【図 2】



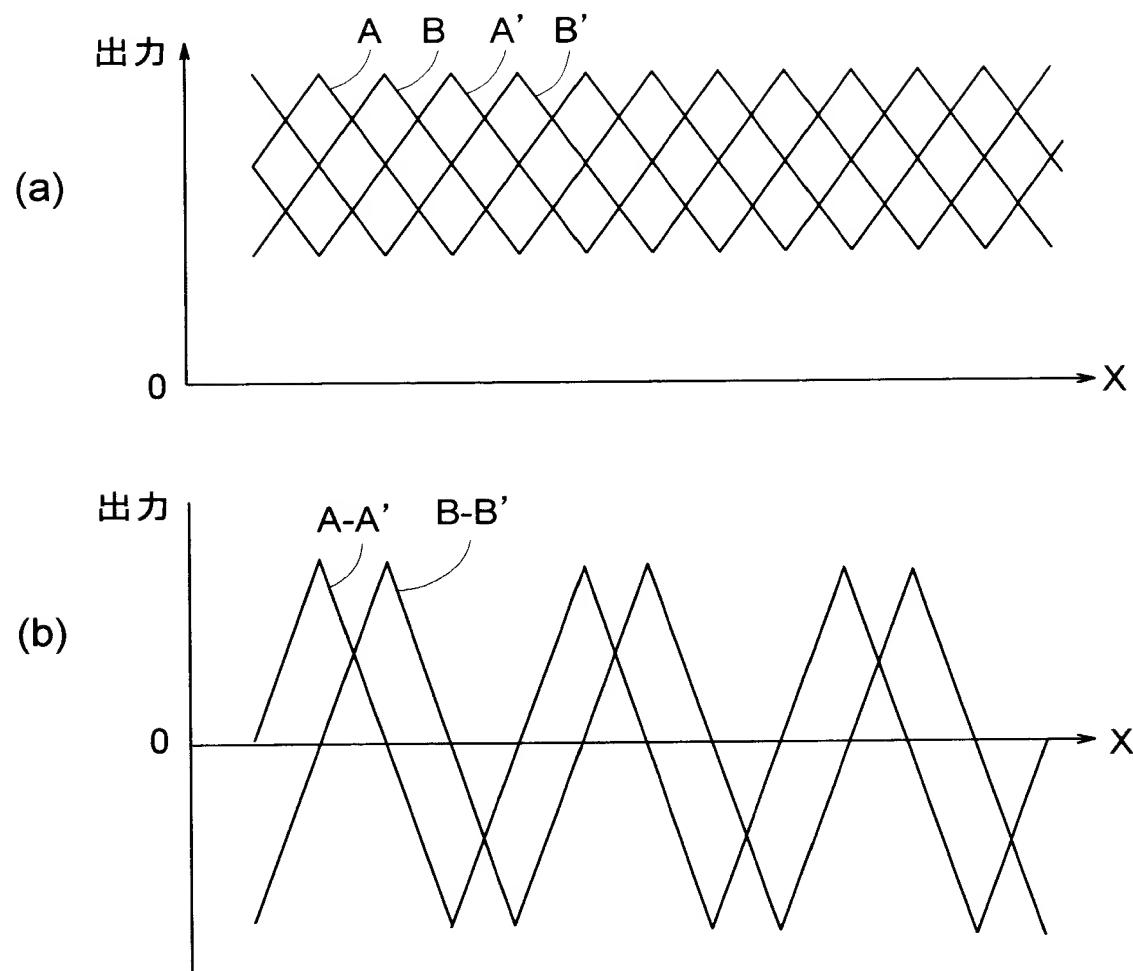
【図3】



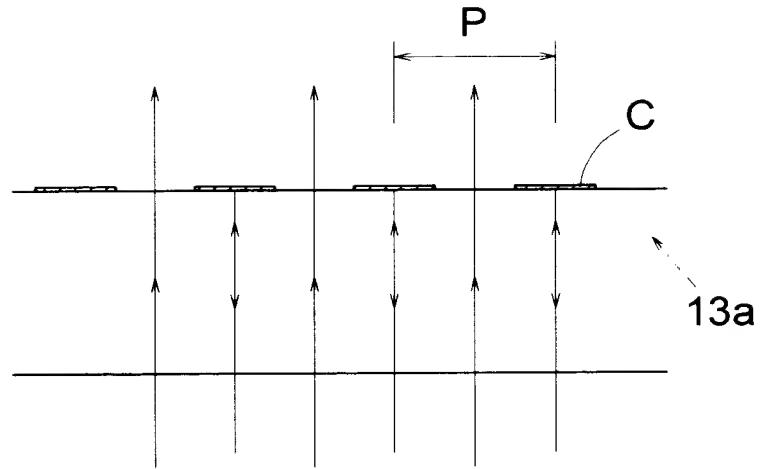
【図4】



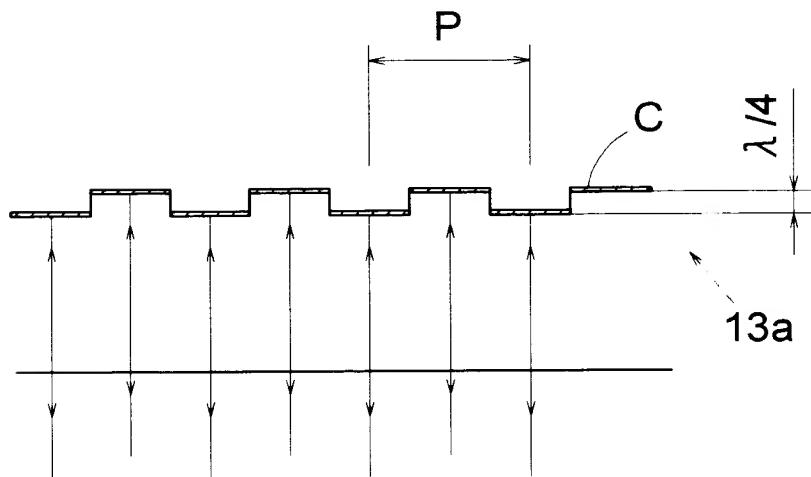
【図 5】



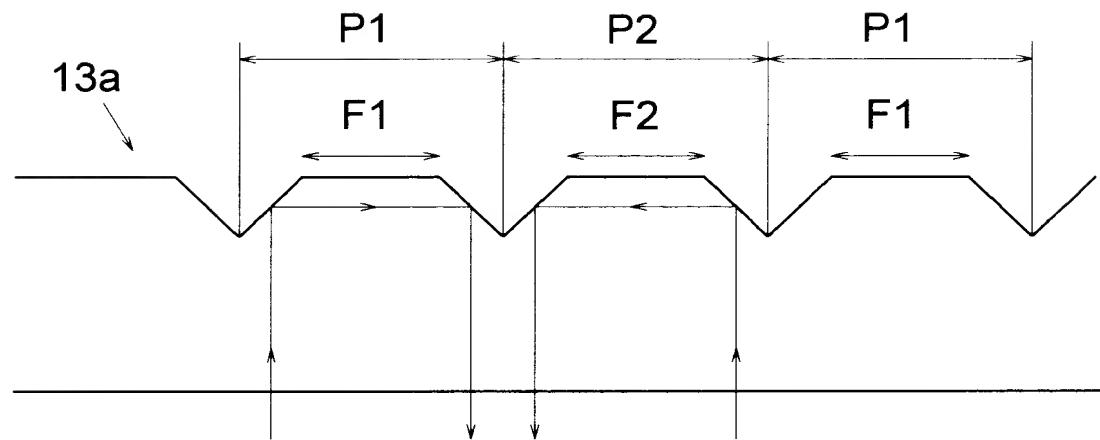
【図 6】



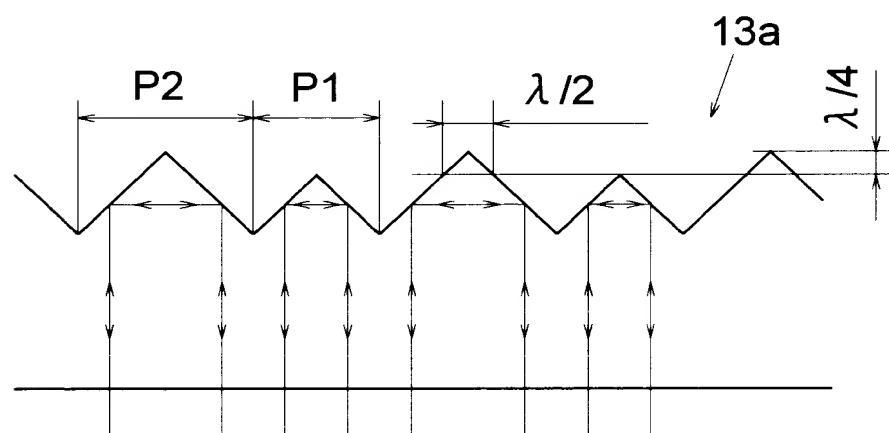
【図 7】



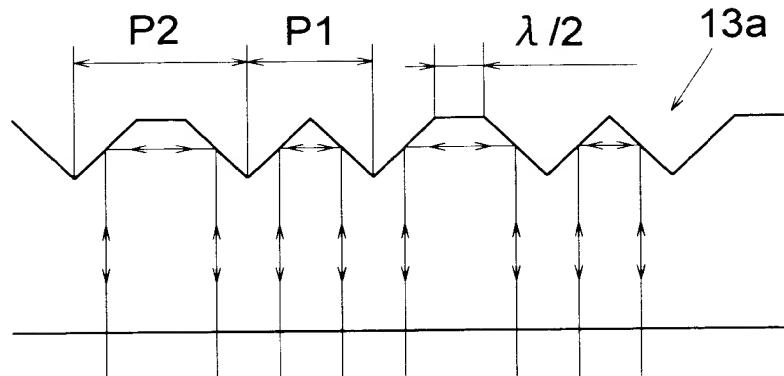
【図8】



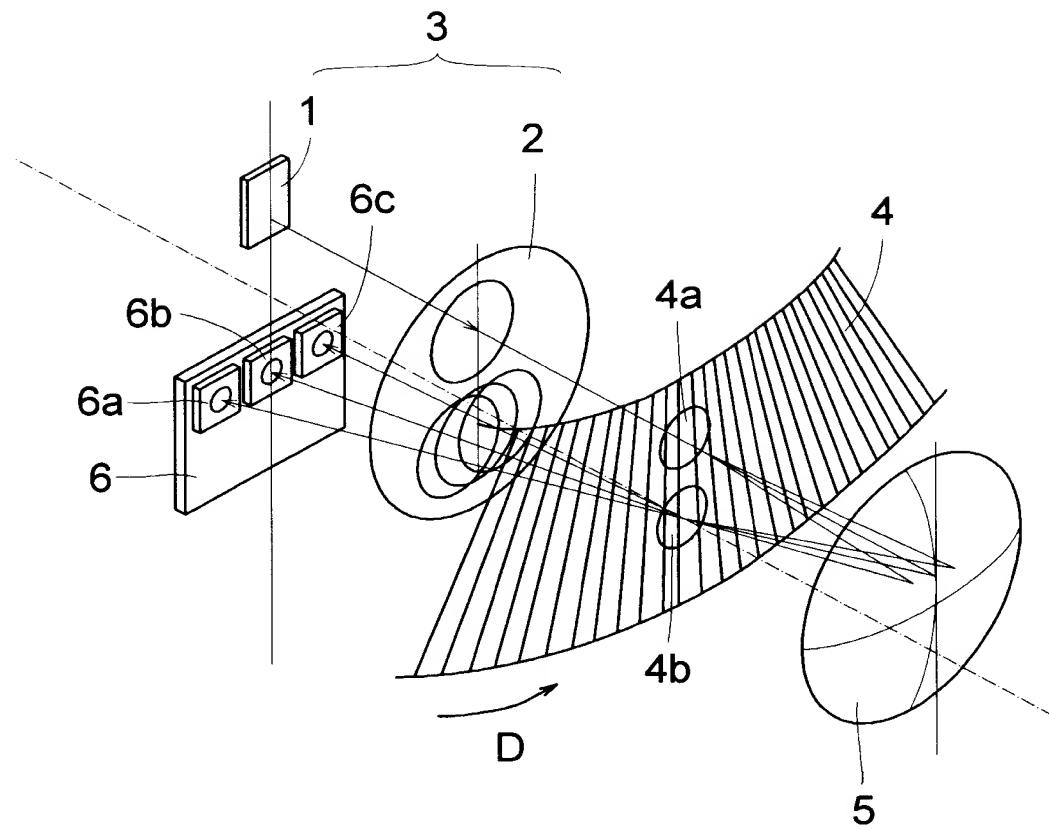
【図9】



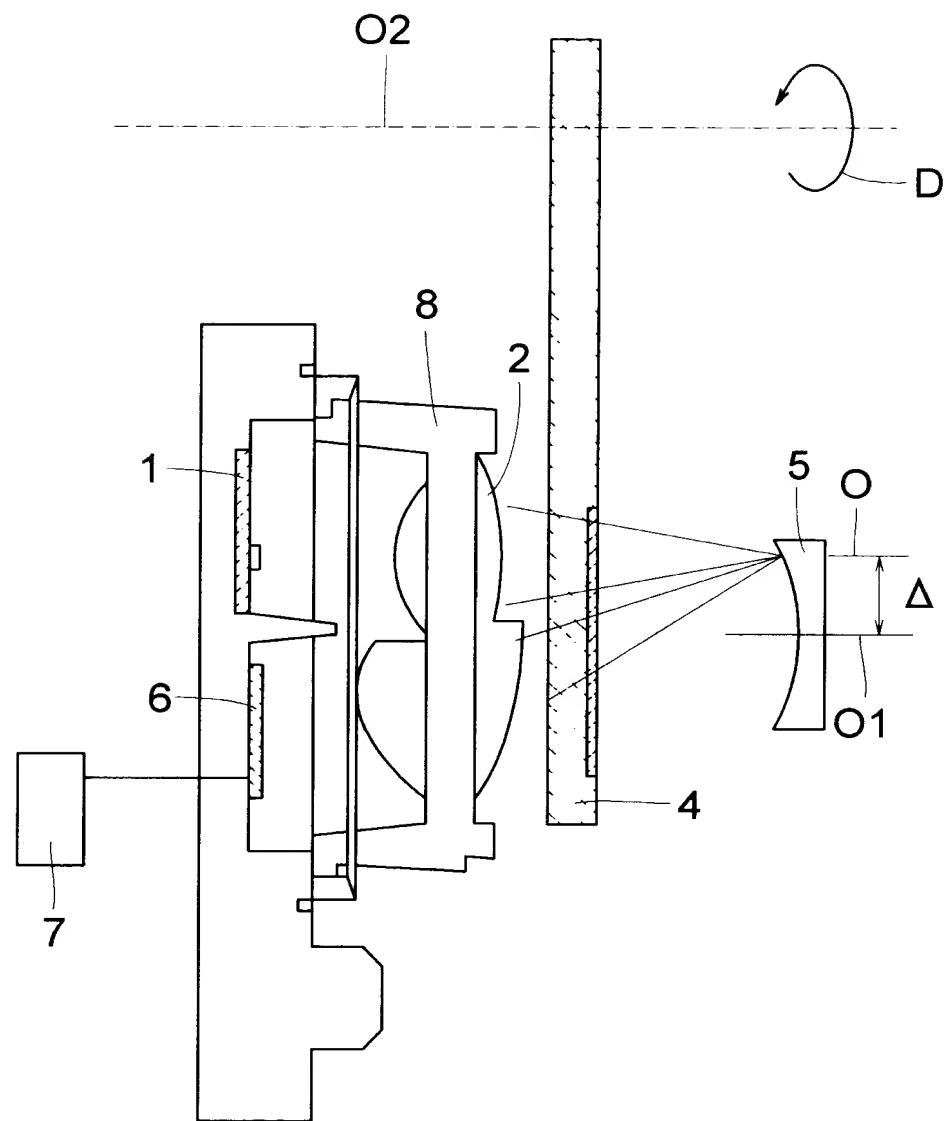
【図10】



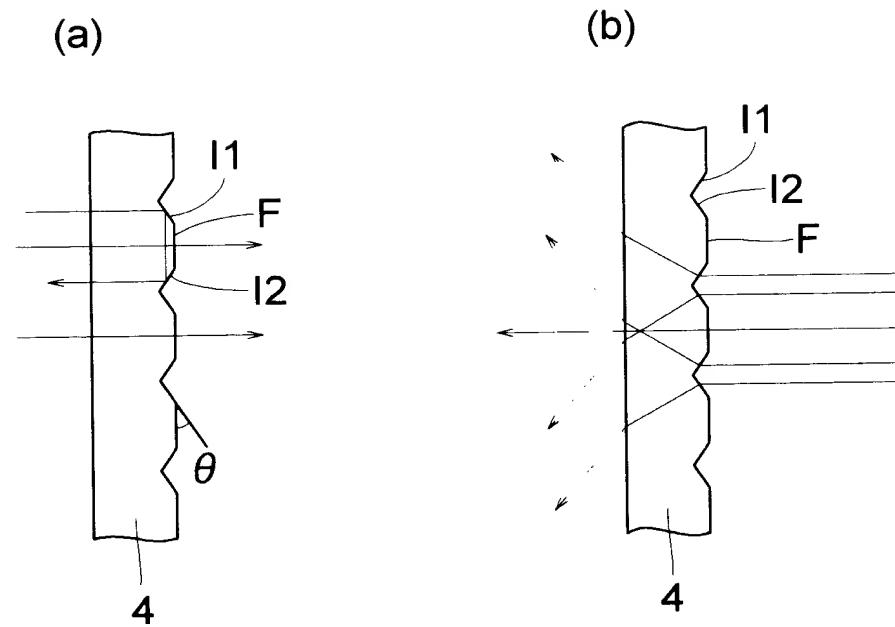
【図 11】



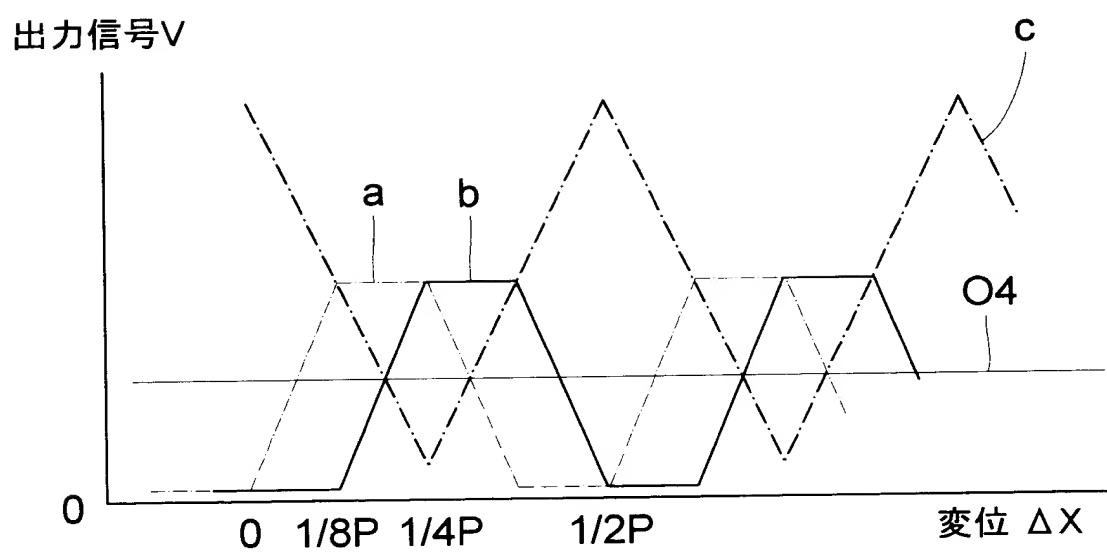
【図12】



【図 1.3】



【図 1.4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 全ての径の光学スケールに対して同一の受光素子部によりコントラストの良い信号を得て、光量が変動しても幅や位相が変化しない常に安定したパルスを発生する。

【解決手段】 発光素子11からの光束は、レンズ12により集束光に変換されて、光学スケール13の第1領域13aに照射される。この第1領域13aの格子によって反射光束は回折され、0次、±1次、±2次、……の回折光が凹面ミラー5の面上に集光する。集光した回折光は凹面ミラー14により反射され、光学スケール13の第2領域13bに再結像し、光学スケール13面上に放射状の溝の像を結像する。ここで、第2領域13bの傾斜面I3～I4の構成により、傾斜面I1、I2に入射した光束は2回反射した後に、入射方向にそのまま戻り、傾斜面I3に入射した光束は2回反射した後に少し左方向に反射され、また斜面I4に入射した光束は2回反射した後に少し右方向に反射される。この3方向に分割された光束は再びレンズ12を通り、受光素子部15の3個のフォトダイテクタ15a～15cにおいて、それぞれの光量が検出される。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社